

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-339931

(P 2 0 0 1 - 3 3 9 9 3 1 A)

(43) 公開日 平成13年12月7日 (2001. 12. 7)

(51) Int. Cl. ⁷	識別記号	F I	テーマコード (参考)
H02K 33/16		H02K 33/16	A 5D068
G11B 21/02	612	G11B 21/02	H 5D096
21/10		21/10	N 5H607
H02K 7/06		H02K 7/06	A 5H633

審査請求 未請求 請求項の数14 ○L (全11頁)

(21) 出願番号 特願2000-152065 (P 2000-152065)

(22) 出願日 平成12年5月23日 (2000. 5. 23)

(71) 出願人 000114215

ミネベア株式会社

長野県北佐久郡御代田町大字御代田4106-73

(72) 発明者 鈴木 譲

静岡県磐田郡浅羽町浅名1743-1 ミネベア株式会社浜松製作所内

(72) 発明者 藤谷 栄

静岡県磐田郡浅羽町浅名1743-1 ミネベア株式会社浜松製作所内

(74) 代理人 100077827

弁理士 鈴木 弘男

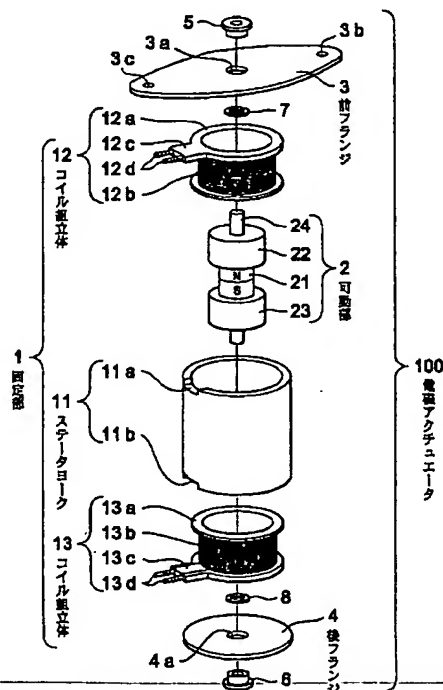
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 電磁アクチュエータおよび複合型電磁アクチュエータ装置

(57) 【要約】

【課題】 VCM型アクチュエータの欠点である可動コイル型構造に係る給電に伴う問題や、漏洩磁束に纏わる問題を解決し、安価で高性能（高速且つ高分解能）な電磁アクチュエータおよびその応用装置である複合型電磁アクチュエータ装置を提供する。

【解決手段】 軟磁性材からなる中空のステータヨークの内周側に2組のコイルを軸心を合わせて軸方向に配置してなる固定部と、前記コイルの内部に微小エアギャップを介して軸方向に可動自在に配置された可動磁石と可動ヨークから成る可動部とで電磁アクチュエータを構成し、可動磁石が発生する磁界とコイルに流れる電流との相互作用によって可動部を軸方向に移動させるように構成した。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 軟磁性材からなる中空のステータヨークの内周側に2組のコイルを軸心を合わせて軸方向に配置してなる固定部と、前記コイルの内部に微小エアギャップを介して軸方向に可動自在に配置された可動磁石と可動ヨークから成る可動部とを備え、前記可動磁石が発生する磁界と前記コイルに流れる電流との相互作用によって前記可動部が軸方向に移動することを特徴とする電磁アクチュエータ。

【請求項2】 前記2組のコイルの一方に流す電流の向きを他方に流す電流の向きと逆にしたことを特徴とする請求項1に記載の電磁アクチュエータ。

【請求項3】 前記2組のコイルの各々がほぼ同一形状の別々の合成樹脂製ボビンに巻回され、コイルを巻回した2組のボビンが前記ステータヨークの内部に軸方向に所定の距離間隔して配置されたことを特徴とする請求項1に記載の電磁アクチュエータ。

【請求項4】 前記固定部のステータヨークは中空円筒でありかつ2組のコイルの各々は共に円筒状ボビンに巻回されたリング状コイルであり、前記可動部は中心に支持軸を有しかつ可動ヨークは前記2組のコイルと相互に電磁作用を及ぼし合う位置にあり、前記ステータヨークの軸方向両端面には各々軸受機構を有する一対のフランジが配設され、該軸受機構により前記支持軸を軸方向に移動自在に保持するようにしたことを特徴とする請求項1または3に記載の電磁アクチュエータ。

【請求項5】 前記可動部の可動磁石は、軸方向にN、S2極に着磁された少なくとも1個以上の柱状または中空状の磁石から成り、可動ヨークは前記可動磁石のN、S磁極面に各々当設したほぼ同形状の一対の軟磁性体ヨークから成ることを特徴とする請求項1ないし4のいずれか1項に記載の電磁アクチュエータ。

【請求項6】 前記可動部の可動ヨークは1個以上の柱状または中空状の軟磁性体から成り、可動磁石は前記可動ヨークの軸方向両端面に各々当設したほぼ同形状の一対の磁石から成り、該一対の磁石は中心部と外周部で極性が異なる2極に着磁されかつ一方の磁石の外周部と他方の磁石の外周部は互いに逆極性に着磁されていることを特徴とする請求項1ないし4のいずれか1項に記載の電磁アクチュエータ。

【請求項7】 前記可動部の可動磁石の外径寸法が可動ヨークの外径寸法より小さいことを特徴とする請求項5に記載の電磁アクチュエータ。

【請求項8】 前記可動部の可動ヨークの外径寸法が可動磁石の外径寸法より小さいことを特徴とする請求項6に記載の電磁アクチュエータ。

【請求項9】 前記可動部の軸方向の移動量が1.0mm以下であることを特徴とする請求項7または8に記載の電磁アクチュエータ

【請求項10】 軟磁性材からなる中空のステータヨークの内周側に2組のコイルから成るコイル対を複数個軸心を合わせて軸方向に配置して成る固定部と、前記コイルの内部に可動磁石と可動ヨークから成る可動ユニットを前記コイル対と同数だけ前記固定部から微小距離間隔させて同一軸上に軸方向に配置して成る可動部とを備え、前記可動磁石が発生する磁界と前記コイルに流れる電流との相互作用によって前記可動部が軸方向に移動することを特徴とする電磁アクチュエータ。

【請求項11】 請求項1～9のいずれか1項に記載の電磁アクチュエータとステッピングモータとが回転軸を共有して配置され、前記ステッピングモータによる回転軸の回転運動を直線運動に変換する変換機構を有し、前記電磁アクチュエータにより前記回転軸が直線運動する複合型アクチュエータ装置において、前記ステッピングモータによる粗調はオープンループで行われ、電磁アクチュエータによる微調はクローズドループで行われることを特徴とする複合型電磁アクチュエータ装置。

【請求項12】 前記ステッピングモータが2相クローポール型ステッピングモータであることを特徴とする請求項11に記載の複合型電磁アクチュエータ装置。

【請求項13】 情報記憶装置の記録メディアのトラック位置決め用アクチュエータとして用いられることを特徴とする請求項12に記載の複合型アクチュエータ装置。

【請求項14】 前記ステッピングモータと前記電磁アクチュエータとの間に非磁性体から成るスペーサを配設したことを特徴とする請求項11に記載の複合型電磁アクチュエータ装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は軸方向にリニア動作する電磁アクチュエータ、特に、外周部にステータヨークを有し、その内部に励磁用コイルと永久磁石とヨークからなる可動部を有する可動磁石型の電磁アクチュエータおよび複合型アクチュエータ装置に関する。

【0002】

【従来の技術】従来知られている電磁アクチュエータとして、たとえば、情報記憶装置の情報読み／書き用ヘッドの駆動に用いられ、ヘッドを直接的に直線駆動または回転駆動させて記録媒体上の適切なトラック上に位置決めさせながら記録媒体から情報を読み／書きする可動コイル型のアクチュエータがある。このアクチュエータはVCM(Voice Coil Motor)と呼ばれ、磁界と直角方向成分のコイルに電流を流すことによって生ずるフレミング左手の法則による電磁力によりコイル部に取り付けたヘッドを駆動するアクチュエータであり、直線領域(移動距離は10mm程度)または回転領域(回転角度は90度程度)内でフィードバック制御技術を用いて高

精度の位置決め制御ができる。

【0003】もう1つの電磁アクチュエータは、安価な2相クローボール型ステッピングモータを用いたもので、モータ軸にリードスクリューを切り、モータの回転に伴ってこのスクリューを介して取り付けられたヘッドが直線運動する方式のアクチュエータである。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】ところが上述した可動コイル型（VCM型）アクチュエータには次のような欠点がある。

（1）移動範囲が広いので、磁石とコイルのエアギャップ長を狭く設定できない。従って、エアギャップの磁束密度を高く設定できない。

（2）高性能磁石を使用しないと必要な推力（電磁力）が出せない。

（3）可動部がコイルであるので巻数を稼ぐことが難しい。従って形状が大きくならざるを得ない。

（4）可動部のコイルに給電しなければならないので、高価な給電ハーネスが必要となる。

（5）移動範囲が広いので、可動部の質量を同じとすると、大きな推力を発生させないと同等の周波数応答性が確保できない。

（6）VCMは、磁気回路を密閉構造にできないので、外部への漏洩磁束が大きい。

（7）漏洩磁束が低減できないので、磁気記憶装置に用いた場合、装置の読み出し／書き込みの信頼性に問題を残す。等の問題があり、磁気記録装置への流用には大きな制約条件となっていた。また、上記の理由から何と言ってもコストが下がらない欠点もある。

【0005】一方、2相クローボール型ステッピングモータを用いたアクチュエータには次のような問題がある。

（1）回転運動を直線運動に変換するスクリュー等の機械的な変換機構が必要である。

（2）直結式ではないので性能（高速性かつ高分解能）に限界がある。

（3）駆動源が開ループ制御を前提としたステッピングモータであるので、連続的な位置決めは不可能であり、位置決めの分解能にも限界がある。特に、分解能は現状では精々100μm程度までである。

（4）一般的には開ループ制御であり、閉ループ制御には向いていない。

【0006】本発明は、VCM型アクチュエータの欠点である可動コイル型構造に係る給電に伴う問題や、漏洩磁束に纏わる問題を解決し、安価で高性能（高速かつ高分解能）な電磁アクチュエータおよびその応用装置である複合型電磁アクチュエータ装置を提供することを目的とする。

【0007】

【課題を解決するための手段】本発明は上記の目的を達

成するために、軟磁性材からなる中空のステータヨークの内周側に2組のコイルを軸心を合わせて軸方向に配置してなる固定部と、前記コイルの内部に微小エアギャップを介して軸方向に可動自在に配置された可動磁石と可動ヨークから成る可動部とにより電磁アクチュエータを構成し、前記可動磁石が発生する磁界と前記コイルに流れる電流との相互作用によって前記可動部が軸方向に移動するように構成した。

【0008】本発明においては、2組のコイルの一方に流す電流の向きを他方に流す電流の向きと逆にした。

【0009】本発明においては、2組のコイルの各々がほぼ同一形状の別々の合成樹脂製ボビンに巻回され、コイルを巻回した2組のボビンがステータヨークの内部に軸方向に所定の距離離間して配置されるようにした。

【0010】本発明においては、固定部のステータヨークは中空円筒でありかつ2組のコイルの各々は共に円筒状ボビンに巻回されたリング状コイルであり、可動部は中心に支持軸を有しかつ可動ヨークは固定部の2組のコイルと相互に電磁作用を及ぼし合う位置にあり、前記ステータヨークの軸方向両端面には各々軸受機構を有する一対のフランジが配設され、該軸受機構により前記支持軸を軸方向に移動自在に保持するようにした。

【0011】本発明においては、可動部の可動磁石は、軸方向にN、S2極に着磁された少なくとも1個以上の柱状または中空状の磁石から成り、可動ヨークを前記可動磁石のN、S磁極面に各々当設させたほぼ同形状の一対の軟磁性体ヨークで構成した。

【0012】本発明においては、可動部の可動ヨークを1個以上の柱状または中空状の軟磁性体で構成し、可動磁石を前記可動ヨークの軸方向両端面に各々当設したほぼ同形状の一対の磁石で構成し、該一対の磁石は中心部と外周部で極性が異なる2極に着磁しかつ一方の磁石の外周部と他方の磁石の外周部は互いに逆極性に着磁するようにした。

【0013】本発明においては、可動部の可動磁石の外径寸法を可動ヨークの外径寸法より小さくした。また逆に可動部の可動ヨークの外径寸法を可動磁石の外径寸法より小さくした。

【0014】本発明においては、可動部の軸方向の移動量を1.0mm以下とした。

【0015】本発明においては、軟磁性材からなる中空のステータヨークの内周側に2組のコイルから成るコイル対を複数個軸心を合わせて軸方向に配置して成る固定部と、コイルの内部に可動磁石と可動ヨークから成る可動ユニットを前記コイル対と同数だけ前記固定部から微小距離離間させて同一軸上に軸方向に配置して成る可動部とで電磁アクチュエータを構成し、可動磁石が発生する磁界とコイルに流れる電流との相互作用によって可動部が軸方向に移動するように構成した。

【0016】本発明による電磁アクチュエータとステッ

ピングモータとが回転軸を共有して配置され、該ステッピングモータによる回転軸の回転運動を直線運動に変換する変換機構を有し、前記電磁アクチュエータにより前記回転軸が直線運動する複合型アクチュエータ装置を構成し、前記ステッピングモータによる粗調はオープンループで行ない、電磁アクチュエータによる微調をクローズドループで行なうようにした。

【0017】本発明による複合型電磁アクチュエータ装置においては、ステッピングモータを2相クローボール型ステッピングモータとした。

【0018】本発明による複合型電磁アクチュエータ装置は、情報記憶装置の記録メディアのトラック位置決め用アクチュエータとして用いるのが好ましい。

【0019】本発明による複合型電磁アクチュエータ装置においては、ステッピングモータ部と前記電磁アクチュエータ部との間に非磁性体から成るスペーサを配設した。

【0020】

【発明の実施の形態】以下に、本発明を図面を参照して説明する。

【0021】図1は本発明による電磁アクチュエータの第1の実施の形態を軸方向に分解して示す斜視図である。電磁アクチュエータ100は、大きく分けて、固定部1と、可動部2と、前フランジ3および後フランジ4から構成されている。

【0022】固定部1は、軟磁性体（たとえば、亜鉛メッキ鋼板、純鉄、または軟磁性粉末を含有した樹脂あるいは軟磁性粉末を焼き固めた焼成物）で作られた円筒状のステータヨーク11の内部に2つの同じ円筒状のコイル組立体12と13を軸方向に重ねて配設して構成されている。コイル組立体12および13は同じ構成であり、合成樹脂のような絶縁性材料で作られた円筒状ボビン12aおよび13aにそれぞれコイル12bおよび13bを巻回したものである。ボビン12aおよび13aのつば部には端子台12cおよび13cがそれぞれ一体的に形成され、その端子台12cおよび13cにはそれぞれコイル絡げ用端子12dおよび13dが埋め込まれている。このコイル絡げ用端子12dおよび13dにコイル12bおよび13bの末端が絡げられる。ステータヨーク11の上縁および下縁には、ボビン12aおよび13aをこのステータヨーク11内に収納したときその端子台12cおよび13cを受入れる切欠き11aおよび11bが形成されている。なお、ボビン12a、13aは後述するように一体型でもよい。

【0023】可動部2は、中央にあって小径で軸方向にN、S2極に着磁された1個の中空円柱状可動磁石21と、その両側にあって可動磁石21の磁極端面に固定された一対の軟磁性材からなる中空円柱状の可動ヨーク22、23と、これら部材の中心を貫く支持軸24の3つの部分で構成され、全体が固定部1に収納されたコイル

組立体12と13の内部に微小空隙を介して軸方向に移動可能に配置される。可動磁石21の外径を可動ヨーク22、23の外径より小さくしたのは、可動磁石21の磁束が直接固定部1のステータヨーク4に漏洩しないようにするためであり、このことにより、漏洩磁束の発生を防ぎ、磁気効率を向上させることができるとともに、可動部2に占める磁石重量の軽量化を図ることができる。結果として、コスト低減および可動部の軽量化による周波数応答の向上にも寄与している。

10 【0024】前フランジ3および後フランジ4のそれぞれ中心には支持軸24を支持するための中心穴3aおよび4aが設けられるとともに、前フランジ3には電磁アクチュエータ100を外部に取り付けるための取付け穴3b、3cが設けられている。軸受5と6がフランジ3と4の外側から支持軸24を軸方向に移動可能に支持している。

【0025】次に電磁アクチュエータの動作および力（推力）発生原理について、図2を用いて説明する。

20 【0026】図2は、図1に示した電磁アクチュエータ100の固定部1と可動部2を組立状態で中心軸に関し半断面で示しており、(a)は可動部2が右方向（図中矢印Fで示す方向）に力を受ける場合の動作原理を、また(b)は可動部21が左方向（図中矢印Fで示す方向）に力を受ける場合の動作原理を説明するための図である。説明に直接関係のない軸受、フランジ、ボビンは省略した。なお、図中の参照番号は図1と同一部品については同一符号を用いている。

30 【0027】まず図2(a)において、コイル組立体12のコイル12bには紙面下から上に、コイル組立体13のコイル13bには紙面上から下に電流が流れているものとする。可動部2の可動磁石21の磁界については、磁石21のN極→可動ヨーク22→空隙（磁界H₁）→コイル12b→ステータヨーク11→コイル13b→空隙（磁界H₂）→可動ヨーク23→磁石21のS極で示す磁気回路が形成される。

40 【0028】この磁気回路で注目したいのは空隙の磁界H₁、H₂である。空隙の磁界H₁とH₂の向きは逆方向であり、磁界の大きさは均一である。つまり、磁界H₁は可動ヨーク22からステータヨーク11の向きに、また磁界H₂はステータヨーク11から可動ヨーク23の向きであり、これら磁界H₁とH₂は空隙において大きさが等しく、可動部2が軸方向に移動してもこの空隙中の磁界の強さが不変であることが好ましい。その理由は、電磁力により可動部2が軸方向に移動しても、空隙中での磁界の大きさが変わらなければ、同一のコイル電流値に対して発生する推力は可動部2の位置によらず一定となるからである。このことは本発明による電磁アクチュエータを位置決め機構として用いた場合の制御性（後述）を向上させることになるからである。

50 【0029】さて、ここで、リング状のコイル12b、

13bに図2(a)に示す方向に電流を流せば、フレミング左手の法則によりコイル12bは矢印 F_1 （図では6個のリング状コイルに働く力の合力として）の方向に力を受けるが、コイル12bはステータヨーク112固定されているので、その反作用として可動ヨーク22が逆向きに力 F_1 を受ける。同様にコイル13bは、矢印 F_2 （図では6個のリングコイルに働く力の合力として）の方向に力を受けるが、その反作用として可動ヨーク23が逆向きに力 F_2 を受ける。支持軸24の摩擦力を無視すれば、結果的に可動部2全体は力 $F=F_1+F_2$ の推力を発生し、この力で可動部2は軸方向右方向に移動することになる。

【0030】一方、コイル12b、13bに図2(b)の方向に電流を流せば、フレミング左手の法則によりコイル12bは矢印 F_3 （図では6個のリングコイルに働く力の合力として）の方向に力を受け、その反作用として可動ヨーク22は逆向きに力 F_3 を受ける。同様にコイル13bは矢印 F_4 （図では6個のリングコイルに働く力の合力として）の方向に力を受け、その反作用として可動ヨーク23は逆向きに力 F_4 を受け、結果的に可動部2全体は軸方向（紙面左向き）の推力 $F=F_3+F_4$ を発生することになる。

【0031】このように、本発明の電磁アクチュエータは、リング状コイル12b、13bに流す電流の向きとその大きさによって可動部の移動方向並びに発生推力を任意に変えることができる。この電磁アクチュエータをたとえば位置決め閉ループ制御に組み込めば、可動部2を直線運動させながら任意の位置に位置決めすることができる。すなわち、可動部2の現在位置が目標位置に対して図2(a)の左側にあれば、コイル12b、13bに流す電流の向きを逆（図2(b)に示した電流の方向）にして大電流を流して高速で目標位置に近づけ、目標位置に近づいたらコイル電流値を下げて目標位置に停止させるように動作させればよい。万一、目標位置近傍で目標位置を通り過ぎてしまえば、電流の向きを変えて可動部2を引き戻せばよい。

【0032】このように可動部2の現在位置と目標位置を比較しながら、連続的に電流の向きと値を変えていくことにより可動部2を絶えず目標位置に合致させることができる。

【0033】図3は図1に示した実施の形態の可動部2の分解斜視図である。

【0034】中空円柱状可動磁石21は軸方向（矢印Mで示す方向）に上下2極（N極およびS極）に着磁されており、可動磁石21のN極側の磁極面には中空円柱状可動ヨーク22が、またS極側の磁極面には同形状、同寸法の可動ヨーク23が固定されている。支持軸24が可動磁石21と可動ヨーク22、23の中心穴を貫通して可動部全体を保持している。

【0035】可動磁石21の外径 D_1 は可動ヨーク2

2、23の外径 D_2 より小さくしてあるが、これは漏洩磁束を低減させる効果がある。その理由は、図2の磁気回路からわかるように、可動磁石21は磁束を軸方向に出来るだけ多く通す必要があり、そのためにはこの部分から固定部1のステータヨーク11に飛ぶ、いわゆる漏洩磁束を減らす必要があるからである。そのためには可動磁石21の外径 D_1 を可動ヨーク22、23の外径 D_2 より小さくすることは極めて有効である。それに加えて、可動部2の軽量化により周波数応答性を向上させることができ、高価な磁石材料の使用量が削減できるので、アクチュエータのコストダウンにも効果がある。

【0036】図4はアクチュエータの可動部の他の実施の形態を示す。

【0037】この実施の形態においては、中央に軟磁性体から成る小径の可動ヨーク31があって、その両側に2個の可動磁石32、33が配設され、全体の中心に支持軸24が貫通している。上側の可動磁石32は中心穴の周囲をS極に、その外周部をN極に着磁し、下側の可動磁石33は中心穴の周囲をN極に、その外周部をS極に着磁している。可動ヨーク31の外径 D_1 を可動磁石32、33の外径 D_2 より小さくする技術的意味は第1の実施の形態の場合と同じである。

【0038】このような可動部に対する磁気回路を図5に示した。図中固定部1の構成部分については図2(a)、(b)における同じ参照番号で示した。

【0039】図2(a)および(b)の場合と同様に、可動磁石32、33による磁気回路が矢印で示すように形成されるので、コイル12b、13bに電流を流せば、図2の場合と同様に電磁力を発生し、この電磁力により可動部2は軸方向に動かされる。

【0040】図6はアクチュエータの可動部のさらに他の実施の形態である。

【0041】この実施の形態においては、中央に複数個（図示した例では4個）の円柱状磁石体40a、40b、40c、40dから構成された可動磁石40があり、その軸方向両側にそれぞれ軟磁性体から成る可動ヨーク41、42が配設され、全体の中心に支持軸24が貫通している。円柱状磁石体40a、40b、40c、40dは軸方向上下2極（N極およびS極）に着磁されている。この可動部に形成される磁気回路および基本動作は図2を参照して説明したと同じであるので説明は省略する。

【0042】この実施の形態の特徴は、可動部の重量を低減させることにより応答周波数を上げることができ、磁石の使用量を減らしてコストを低減させることができる点である。

【0043】なお、可動磁石40を構成する円柱状磁石体の数は4個に限らないし、形状についても円柱形状に限らない。可動磁石40の外径 D_1 が可動ヨーク41、42の外径 D_2 の1/2程度になるように、複数個の円

柱状磁石体を均等に配置することが漏洩磁束の点から好ましい。

【0044】図7は、図1に示した電磁アクチュエータの固定部1と可動部2で構成されるアクチュエータユニットを5個分1本の共通軸上に連結し、全体を1個のステータヨーク内に収納して構成した多段式電磁アクチュエータの半断面を示す。図中、図1と同じ構成部分には同じ参照番号を付し、5個のアクチュエータユニットの同磁構成部分に対しては-1、-2、… -5を付して示した。

【0045】可動部の支持軸24には各アクチュエータユニット間に適切な長さのスペーサ50が挿入され、可動部とコイルとの適切な位置関係を確保するようにしている。アクチュエータユニット100-1、100-2、… 100-5の各々について軸方向の推力が発生する動作は図2および図5を参照して説明したので省略する。このように複数個のアクチュエータユニットを軸方向に連結することにより、各アクチュエータユニットにより発生する推力が合成され、簡単に推力の増大化が図れる。なお、アクチュエータユニットの連結数は5個に限るものではない。

【0046】図8は本発明による電磁アクチュエータの第2の実施の形態を示し、軸方向に分解した斜視図で示している。図1に示した第1の実施の形態の構成部分に対応する構成部分には図1における参照番号に100を加えて用い、敢えて説明の必要のないものについては説明を省略した。

【0047】第2の実施の形態による電磁アクチュエータ200は、コイル組立体112とステータヨーク111から成る固定部101と、円柱状の可動磁石121とその両側に配された四角柱状の可動ヨーク122、123の中心に支持軸124を貫通させて構成した可動部102と、前フランジ103および後フランジ104とから構成されている。105、106は軸受、107、108はワッシャである。

【0048】本実施の形態の特徴は固定部101の構造にある。すなわち固定部101の形状が第1の実施の形態のように円柱状ではなく四角柱状であることと、コイル組立体112のボビン112aが2個ではなく1個で構成されている点である。それにともないコイル組立体の内部に配置される可動部102の形状も四角柱状である。

【0049】以下に特徴的なコイル組立体112について説明する。

【0050】コイル組立体112は、樹脂製の2つの巻線部を有する1個のボビン112aと、2組のコイル112b-1、112b-2で構成されている。ボビン112aの中央部にはどて112cが形成されており、このどて112cにより2組のコイル112b-1と112b-2が重ならないように隔離される。ボビン112

aの形状はステータヨーク111の形状と整合する四角形であり、ボビン112aの中央にある可動部102を収納する穴も四角形状である。この穴はもちろん第1の実施の形態と同様に円柱形状でもよい。ボビン112aのどて112cの一部には端子台112dが形成され、その端子台112dにはコイル絡げ用端子が埋め込まれている。

【0051】ステータヨーク111は平面展開した軟磁性板を角柱状に仕上げ、その端縁どうしを接合させたものであり、その接合面の中央には、ボビン112のどて112cに形成された端子台112dを受けて絶縁ブッシング（図示せず）を介してコイルを引き出すための角穴111aが形成されている。またステータヨーク111の接合面にはロック機構111bが形成されている。

【0052】この第2の実施の形態は、コイル組立体112を1個のボビン112aで構成できる簡便さがあり、これらの同軸度も精度良く確保できる特徴がある。図9は本発明による電磁アクチュエータを利用した複合型アクチュエータ装置を示す。

【0053】具体的には、開ループで制御される2相クローポール型ステッピングモータをフレームに組み込んだ従来型の位置決め装置300のステッピングモータ310の背後にそれと同軸的に本発明の電磁アクチュエータ100を複合させた複合型アクチュエータ装置である。

【0054】ステッピングモータ310の回転軸にリードスクリュー320が形成され、電磁アクチュエータ100の支持（可動）軸24はこのリードスクリュー320と同一の軸となっている。電磁アクチュエータ100のステータヨーク111はステッピングモータ310との磁気遮蔽の目的で、非磁性のスペーサ330を介してステッピングモータ310の背部に組み付けられている。電磁アクチュエータ100には、ボビン（図示せず）の端子台101、102に設けられた端子103、104から給電される。なお、フレーム340への組付けは、電磁アクチュエータ100に対してスペーサ330を介してステッピングモータ310を組み付けてもよい。

【0055】電磁アクチュエータ100をステッピングモータ310に組み込むときの注意点は、軸方向に移動する電磁アクチュエータ100の軸方向バーミヤンスのバランスを崩さないことである。つまり、電磁アクチュエータ100の一端面側のみに軟磁性体を取り付けないことである。このために電磁アクチュエータ100をステッピングモータ310の背面に取り付ける際、磁気的な結合を切るために非磁性のスペーサ330は十分に厚いものが必要となる。このスペーサ330により安定した電磁アクチュエータ100の動作を確保することができる。なお、実験では、スペーサ330の厚さは電磁アクチュエータ100のステータヨーク11の厚さの1.0

倍以上が好ましいことが解った。

【0056】この複合型電磁アクチュエータ装置はたとえば情報書き込み/読取り機構のヘッドの駆動に用いられる。リードスクリュー320の溝を介した移動ピン（図示せず）に保持されたヘッド部（図示せず）はリードスクリュー320の回転に伴って軸方向に移動する。

【0057】いまヘッド部の位置が目標位置から大きく離れているときは、まずステッピングモータ310で調整し（これを「粗調」といい、高速で且つ離散的な位置制御を行う）し、目標位置の近傍では電磁アクチュエータ100による調整（これを「微調」といい、高精度で且つ連続的な閉ループの位置決め制御を行う）を行う。電磁アクチュエータ100を用いた微調動作は、閉ループで時間に対して連続的またはサンプリングタイムが極めて短い高サンプリングレートで制御を行うことが望ましい。図において、リードスクリュー320の矢印X、Yはリードスクリューの移動方向を示している。矢印Xはステッピングモータ310の動作（粗調）時の回転動作を示し、矢印Yは電磁アクチュエータ100の動作（微調）時の軸方向動作を示し、いずれの動作においてもヘッド部は軸方向に移動するようになっている。

【0058】上記の実施の形態においては、リードスクリュー320の先端と電磁アクチュエータ100またはステッピングモータ310の端部の2点に軸受を設けた。このことにより軸受スパンを最大長とすることが可能となり、安定した軸受け機構が実現できる。なお、フレーム340に取り付けられるステッピングモータのフランジ350には軸受け機構は設けない。

【0059】システムの構成にもよるが、電磁アクチュエータ100による微調の範囲は軸方向可動距離にして1.0mm以下が好ましい。その理由は、可動距離が大きくなると、一定の応答周波数まで対応させるためには大きな推力が必要になり、コスト並びに大きさが増大するからである。このような複合型電磁アクチュエータ装置を用いれば、粗調/微調の機能を完全に分離できるので、位置決め装置をトータル的に見て、漏洩磁束が極めて少ない、高速/高精度で且つ安価な位置決め機構が構成できる特徴がある。

【0060】

【発明の効果】本発明によれば、可動コイル型のアクチュエータの欠点のない簡潔な構成で安価な電磁アクチュエータを提供することができる。また、本発明による電磁アクチュエータを用いた複合型アクチュエータ装置では粗調/微調の機能を完全に分離することができるので、漏洩磁束が少なく、安価で且つ高速/高精度の情報記憶装置のトラック位置決め機構が実現できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明による電磁アクチュエータの一実施の形態の分解斜視図である。

【図2】(a)および(b)は本発明による電磁アクチュエータの動作原理を説明する図である。

【図3】図1に示した電磁アクチュエータの可動部の分解斜視図である。

【図4】本発明による電磁アクチュエータの可動部の他の実施例の分解斜視図である。

【図5】図4に示した可動部を用いた電磁アクチュエータの動作原理を説明する図2と同様な図である。

【図6】本発明による電磁アクチュエータの可動部のさらに他の実施例の分解斜視図である。

【図7】本発明による多段式電磁アクチュエータの半断面図である。

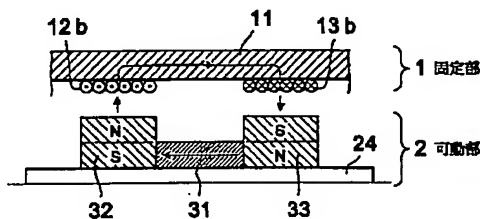
【図8】本発明による電磁アクチュエータの第2の実施の形態の分解斜視図である。

【図9】本発明による複合型電磁アクチュエータ装置の一実施の形態の斜視図である。

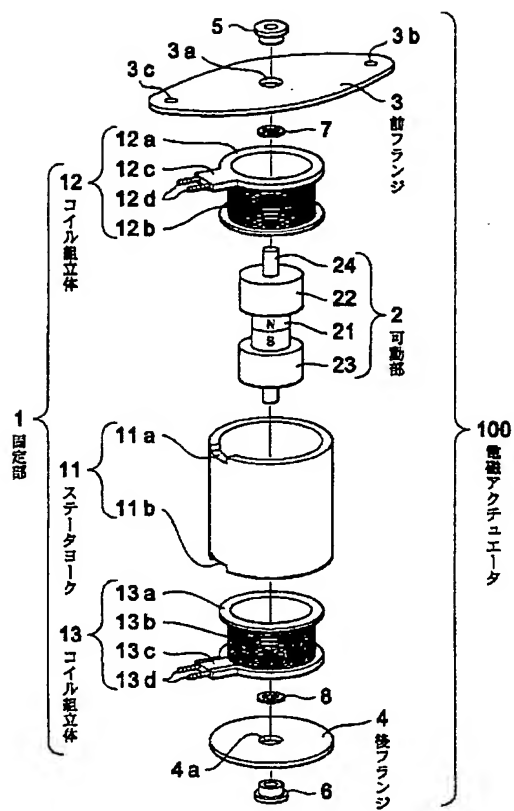
【符号の説明】

- 1 固定部
- 11 ステータヨーク
- 12、13 コイル組立体
- 12a、13a ポビン
- 12b、13b コイル
- 2 可動部
- 21、40 可動磁石
- 22、23、41、42 可動ヨーク
- 24 支持軸
- 3 前フランジ、4 後フランジ
- 100 電磁アクチュエータ

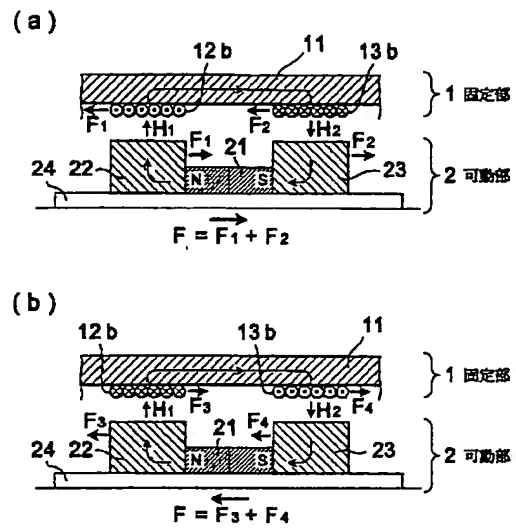
【図5】



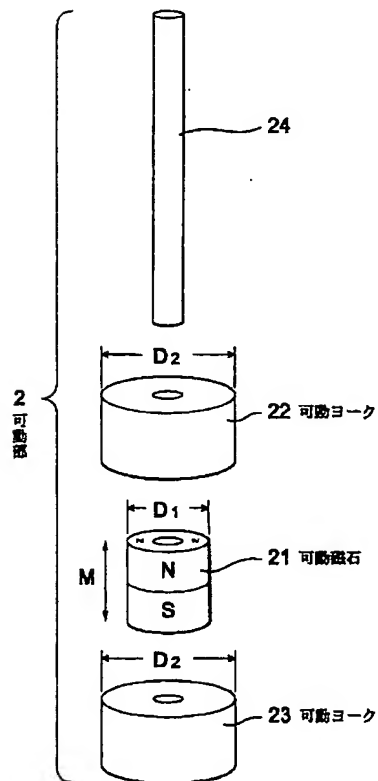
【図1】



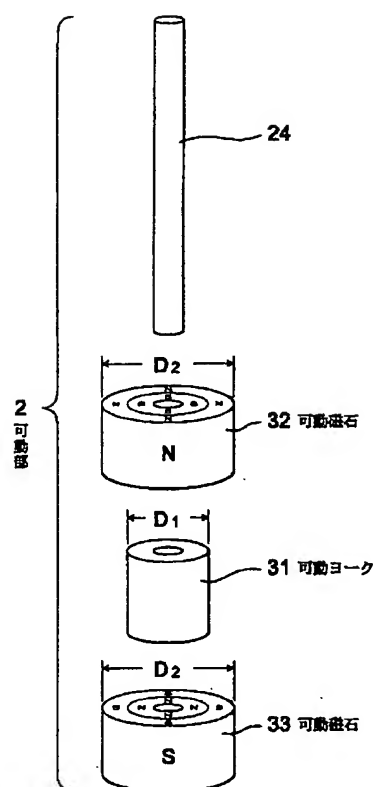
【図2】



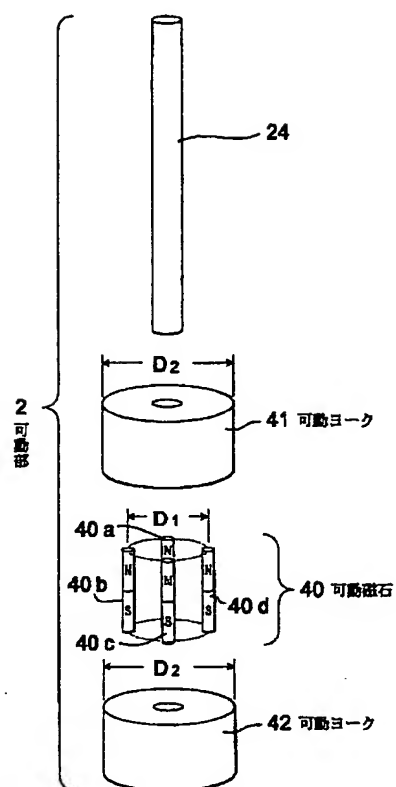
【図3】



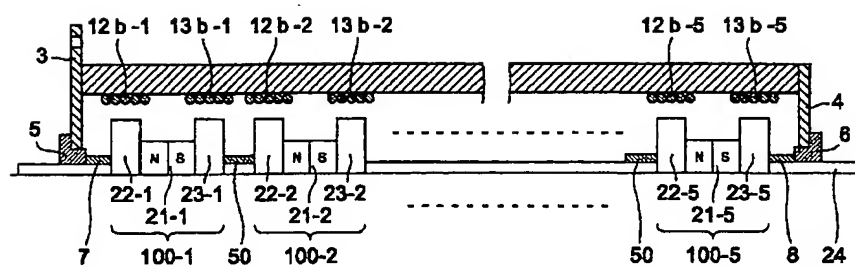
【図 4】



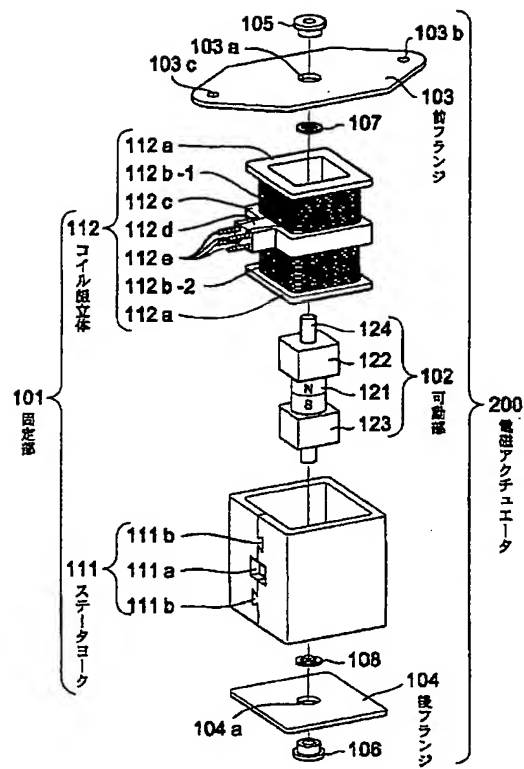
【図 6】



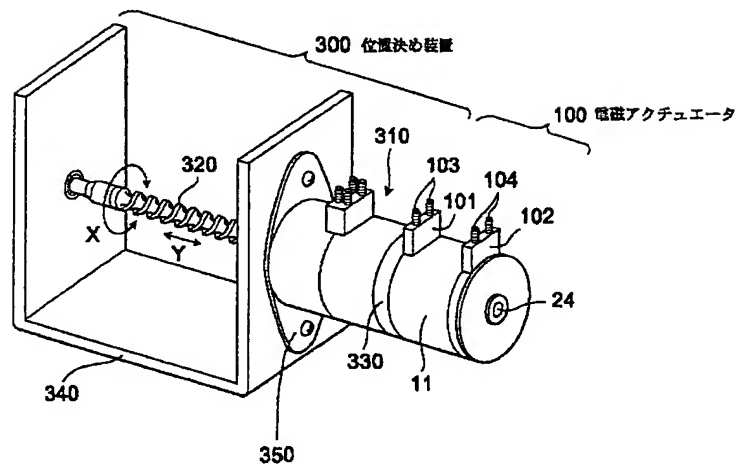
【図 7】



【図8】



【図9】



フロントページの続き

(72) 発明者 原田 尚之
静岡県磐田郡浅羽町浅名1743-1 ミネベ
ア株式会社浜松製作所内

(72) 発明者 松下 晋武
静岡県磐田郡浅羽町浅名1743-1 ミネベ
ア株式会社浜松製作所内

F ターム (参考) 5D068 CC08 EE21
5D096 NN05 NN07
5H607 AA12 BB01 BB10 CC03 DD19
EE52
5H633 BB03 BB08 GG02 GG05 GG07
GG09 GG11 GG13 GG15 HH03
HH07 HH09 HH13 HH17 HH24
JA06 JB07